1stClass 全天日射計　ISO,WMO 標準規格　CHF-SR11/SR12

取扱説明書

Rev 2.0

2012 年 8 月

Based ON

SR11 manual 取扱説明書 ver. 1005

SR12 manual 取扱説明書 ver. 1002

Edited & Copyright by:

Hukseflux Thermal Sensors

http://www.hukseflux.com

e-mail: info@hukseflux.com

クリマテック株式会社

〒171-0014　東京都豊島区池袋 2-54-1　東拓ビル 4F

Tel　03－3988－6616

Fax　03－3988－6613

E-mail　support@weather.co.jp

URL　http://www.weather.co.jp/

警告:

警告と安全性について

SR11/SR12 **は受動型センサーで、電源は必要としません(アンプ内蔵型を除く)。**

SR11/SR12 **センサーの配線間に** 12 **ボルト以上の電圧を加えると、センサーへの永久的な損傷を与えることになります。**

目次

	記号／用語一覧	4
	概要	5
1	**梱包内容の確認**	**7**
1.1	部品の確認	7
1.2	計器の機能	7
2	**計器原理**	**8**
3	**仕様**	**11**
4	**設置**	**13**
4.1	設置	13
4.2	電気配線	14
4.3	トリミングオプション	16
4.4	放射スクリーンの取り付け・取り外し	17
5	**寸法**	**18**
6	**メンテナンスとトラブルシューティング**	**19**
6.1	メンテナンス	19
6.2	トラブルシューティング	20
6.3	データ品質確保	21
7	**データ取得 / 増幅のための要件**	**22**
8	**付録**	**23**
8.1	付録　ケーブル延長/交換	23
8.2	付録　校正	24
8.3	付録　方向の応答特性評価（SR12）	26
8.4	付録　センサーコーティング	27
8.5	付録　校正証明書	28
8.6	付録　性能証明書	29
8.7	CE 適合申告	30

記号/用語一覧

電圧出力	U	μV
SR11/SR12 **の感度**	E	$\mu V/Wm^{-2}$
時間	t	s
応答時間	τ	s
温度	T	°C
温度差	ΔT	K
電気抵抗/インピーダンス	R_e	Ω
日射量	Φ	W/m^2
放射の波長	n	nm
放射の積算値	S	J/ m^2
方向誤差	-	%

文字表記

sen	**センサー値**
sh	**シャント抵抗**
new	**変更後の値**

概要

SR11/SR12 全天日射計は、科学的研究目的のための全天日射計です。最新の ISO と WMO(世界気象機関)標準規格であるファーストクラスに準拠しています。

SR11/SR12 全天日射計は水平面に入射する太陽光(全天日射:W/ m^2 で表されます)を 180 度の視野で測定します。センサー素子は熱電堆を使用しており、日射量に比例した微少電圧を出力する完全受動型センサーです。

2 重ガラスドームを採用することにより、測定誤差、特にガラスドーム温度による温度オフセット誤差を減少させ、高精度な計測が可能となっています。

SR11/SR12 全天日射計の使用法は簡単です。精度の良い mV レンジ付のテスターにより、誰でも簡単に測定ができます(0.01mV まで測定できるテスターを推奨します)。日射量に換算するためには、電圧(U)を感度(E)で割らなければなりません。この感度（係数:E）は個々のセンサー毎に付属します。

$$\Phi = U / E \qquad (0.1)$$

SR11/SR12 全天日射計は、一般的に使用されている計測システムに直接接続して使用できます。またこのセンサーは、全天候性であり CE に準じます。

SR11/SR12 全天日射計は、研究的な気象観測、建築、耐候試験、太陽電池の試験、長期的な気象観測所などに使用できます。
最も一般的な使用法は、気象観測の一部としての日射量観測です。
別の利用法としては、ランプなどの人工光源の可視および赤外線に近いレンジでの試験にも使用できます。 更に吸収スペクトル特性がフラットなので、植物の樹冠内日射量や、反射特性を測定することもできます。

全天日射計の測定では、センサーを水平にすることが必要です。(水平調整用ネジと水準器が付属しています。)
通常は水平に取り付けますが、傾けたり逆さまに取り付けることも可能です。

ケーブルは、ケーブルグランドと端子台によりユーザーでの取り付け・交換可能です。

オプションをご利用いただくと、シャント抵抗を使用して SR11 の感度を調整することができます(SR12 は不可)。必要であれば、「トリミングオプション」を注文してください。 その場合、〝ピン〞がプリント基盤に取り付けられます。 シャント抵抗を使用することにより、感度調整(当初感度よりは低く)が可能となります。 詳細につきましては、別の章にて記述します。

SR11/SR12 **全天日射計は、**ISO9060 **と** ISO9847**、**WMO(**世界気象機関**)**、及び** ASTM**（米国材料試験協会** ASTM E824-94**）標準規格に準拠しています。また、**EPA**（米国環境保護局** EPA-454/R-99-005)**に準拠しており、大気安定度の推定にも使用できます。**

推奨使用方法は、ISO **テクニカルレポート** TR9901 "Solar Engergy-Field pyranometers-Recommended practice for use"**にもあります。**

1 梱包内容の確認

1.1 部品の確認

次の各部品がそろっていることを確認してください。

・全天日射計 SR11/SR12
・ご注文した長さのケーブル
・計器シリアル番号と一致している校正書
・2.5mm 六角レンチ（放射スクリーン取外し用）
・ご注文のオプション部品

※校正書は安全な場所に保管してください

1.2 計器の機能

計器のテストは、テスター(マルチメーター)を用いて行うことができます。

1. 緑(-)と白(+)の配線間を測定して、センサーのインピーダンスをチェックします。テスターの 200Ω レンジを使用してください。最初にセンサーの片側の抵抗をを測定後、極性を逆にして測定値を平均します。ケーブルの標準的なインピーダンスは 0.1Ω/m です。測定値は、センサーのインピーダンス 40～60Ω に 2 本のケーブルインピーダンス 3Ω（各 10m）を合計した値になるはずです。測定値が無限大の場合は開回路を示します。 ゼロは短絡を示します。
2. センサーが光に反応するかチェックします。 テスターの DC 電圧測定最小レンジを使用してください。（通常 100mV レンジまたはそれ以下です。）
3. 屋外であれば太陽光をセンサーにあて、室内においてはセンサーに強い光源をあてます。たとえば 100W 電球を 10cm の距離で照らしてください。電圧は数 mV を示すはずです。
4. 太陽光の下ではセンサーを何かで覆い、室内では光源のスイッチを切って暗くしてください。センサーの電圧出力は下がり、1 分以内で 0mV に近づきます。

より詳細な設置方法およびトラブルシューティングは、次章以降に説明します。

データロガーのプログラミングはお客様の責任で行ってください。
お客様のシステムで利用できる使用方法等があるか、販売元へお問い合わせください。

2 計器原理

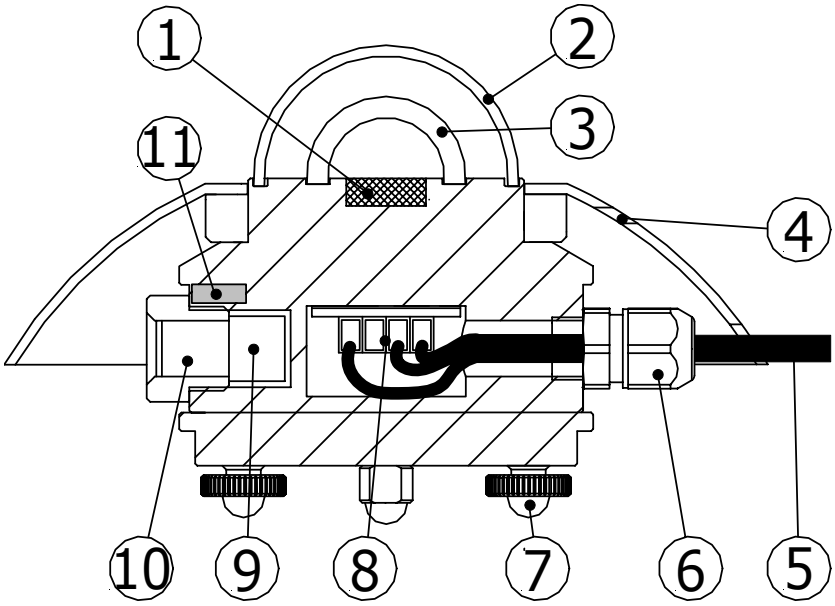


図 2.1 SR11/SR12 **全天日射計**

① 熱電堆センサー（艶消し黒色塗装）
② 外側ガラスドーム
③ 内側ガラスドーム
④ 放射スクリーン(金属リング付き)
⑤ ケーブル（標準 10m(5m))
⑥ ケーブルブッシュ
⑦ 水準調整用足
⑧ ケーブル接続用端子台
⑨ 乾燥剤
⑩ 湿度表示
⑪ 水準器

SR11/SR12 **は全天日射計です。 全天日射計は** 180 **度の視野からの日射光を測定します。 太陽の放射スペクトルはおよそ** 300～2800nm **の範囲にエネルギーが集中しています。 したがって全天日射計はできるだけこの波長範囲に"フラット"なスペクトル感度である必要があります。**

フラックス測定において、定義上"ビーム"放射への応答は、入射角のコサインに比例することが要求されます。 すなわち、日射がセンサーに対して垂直に入射する時はフル応答(表面に対して、天頂の太陽は 0 **度の入射角)、太陽が地平線にあるときはゼロ応答(**90 **度の入射角)、そして** 60 **度の入射角の場合、**0.5 **の応答となります。**
定義から、全天日射計は理想的なコサインの特性に近い"方向特性"あるいは"コサイン特性"を持つべきであるということになります。

適切な方向特性とスペクトル特性を持つように、全天日射計の主な構成は以下のようになっています。

1. **黒色塗装熱電堆センサー**
   このセンサーは、すべての日射を吸収して、300～50000nm の平坦なスペクトルをカバー、ほぼ完全なコサイン特性を持っています。
2. **ガラスドーム**
   このドームは 180 度の視野の間、スペクトル応答を 300～2800nm に制限します。(2800nm より高い部分をカットオフ)。 ドームの別の機能として、対流から熱電堆センサーを保護しています。
3. **2 重ガラスドーム**
   ファーストクラスの日射計には 2 つのガラスドームが使用されています。この構造は、熱のシールドとして働き、センサーとドームの間により良い熱的な平衡状態を構成します。特にオフセット値を減少させます。

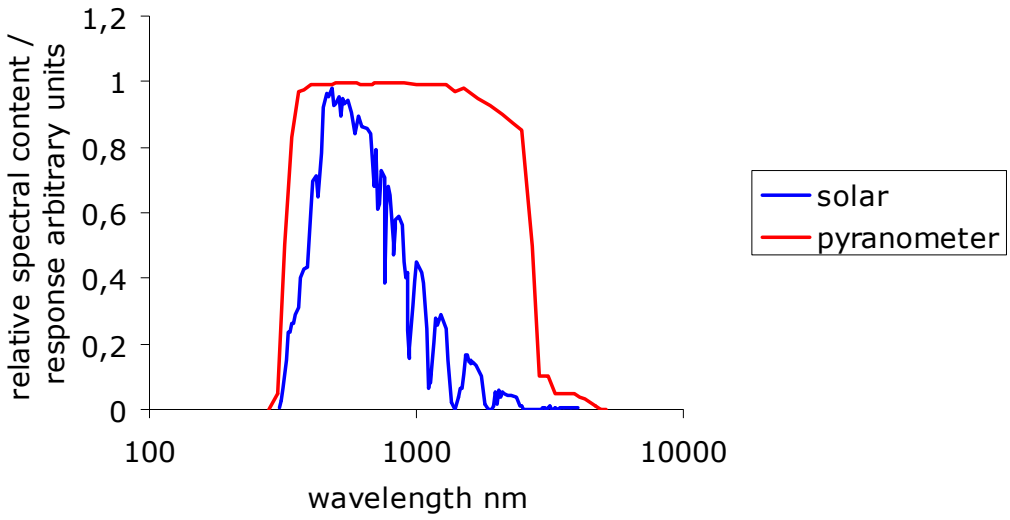


図 2.2 全天日射計のスペクトル応答と太陽スペクトルの比較
全天日射計は全太陽スペクトルの無視できる部分をカットオフするだけです。

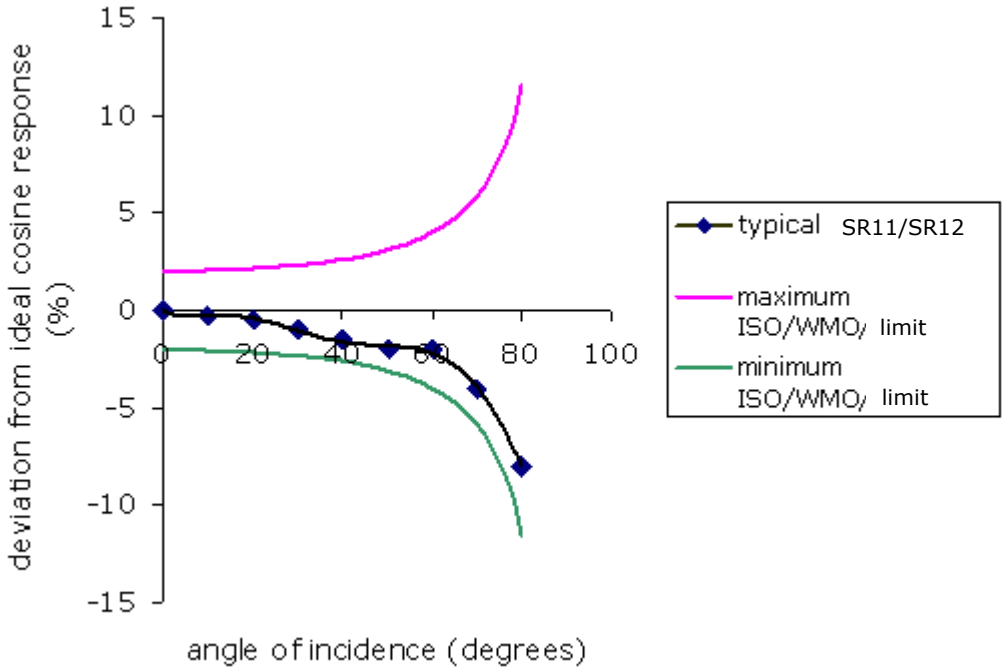


図 2.3　SR11/SR12 のコサイン応答代表値と ISO 9060 規格ファーストクラス全天日射計で許された限界値との比較と SR11/SR12 の最大許容誤差範囲

熱電堆センサー上の黒色塗装は日射を吸収します。 この日射は熱に変換されます。 熱はセンサーを通して SR11/SR12 のハウジングに流れます。 熱電堆センサーは日射に比例して電圧出力信号を発生します。

3 仕様

SR11/SR12 全天日射計は、180 度の視野から平面に入射される日射量(日射フラックスともいいます)を W/m^2 で測定します(全天日射量といいます)。SR11/SR12 は熱電堆センサーを使用しており、電源不要な受動型センサーで、日射フラックスに比例した微少な電圧を発生させます。 適正な測定システムと組み合わせることにより使用することができます。

表 3.1 SR11/SR12 の仕様 (1)

SR11/SR12 ISO / WMO 仕様	
ISO クラス	ファーストクラス
1 応答時間(95%)	18 sec
2a ゼロオフセット赤外放射依存(200 W/m^2)	< 15 W/m^2
2b ゼロオフセット温度依存(5 k/h)	< 4 W/m^2
3a 非安定性(経年変化)	< ± 1% /年
3b 非直線性	< ± 1% (100 to 1000 W/m^2)
3c 方向応答特性(ビーム放射に対して)	< ± 20 W/m^2
3d 波長選択特性	± 5% (305 〜 2000 nm)
3e 温度応答特性(50℃レンジ)	< 4 % 以内 (-10 〜 +40 ℃)
3f 傾斜応答特性	<± 2%

表 3.1　SR11/SR12 の仕様 (2)

SR11/SR12 測定仕様	
感度	SR11: 10 ～ 40 mv/(kW/m^2) SR12: 標準 15 mv/(kW/m^2) レンジ 7～25 mv/(kW/m^2)
標準出力レンジ	SR11: 0.1 ～ 50 mV SR12: -0.5～+37.5 mV
動作温度	-40 ～ +80 ℃
内部抵抗	40 ～ 60 Ω (シャント抵抗無し)
電源供給	不要 (受動型センサー)
標準ケーブル 長さ/直径/重量	10m(5m) / 5 mm / SR11:200g(100g)　SR12:400g(200g)
ケーブルグランド	ケーブル直径 3 ～ 6.5 mm に対応
測定範囲	0～ 2000 W/m^2
ケーブル交換	ユーザにて交換可能
測定波長範囲	SR11: 305～2800nm SR12: 300～3000nm
計測方法	1 差動電圧測定チャンネル　または 1 シングルエンド電圧測定チャンネル SR12 のみ:Pt100 温度センサー内臓
水準器	水準器と水平調整用ネジ付属
変換式	Φ = U / E
日積算精度	± 5 %
重量(ケーブル 10m 含む) 大きさ	重量　SR11:900g　SR12:1100g 大きさ　φ144xH90 mm
校正	
校正トレーサビリティ	WRR(世界放射機関)、ISO9847 に従った手順
推奨する校正間隔	2 年に 1 回
オプション	
感度調整	オプションの感度調整基板を SR11 に内蔵すると、可変抵抗により感度を調整することができます(SR11 のみ) ※0-7mV/m2/kW　　4-20mA/m2/2kW
ケーブル延長	ご要望に応じて、標準以外のケーブルを 5m 単位で供給できます。 追加ケーブル長を指定してください(標準 10m)
携帯データ読出し器	LI19
SR12 のみ付属	Pt100 温度センサー ヒーター(露･霜防止)内蔵　(1.6W @ 12VDC) ヒーター抵抗:90Ω 方向エラーデータ付属

4 設置

4.1 設置

SR11/SR12 は通常水平に設置されますが、傾斜面、または逆さまの位置にも設置できます。すべての場合において、センサー面に対して平行に入射するフラックスを測定します。

表 4.1.1 SR11/SR12 推奨設置方法

機械的な取り付け	フランジの穴を使用してください。
日射測定	太陽とセンサーの間に影ができないよう、障害物を避ける位置に設置してください。 朝、夕の太陽高度角が低い場合にも陰にならないような水平面の視野が広い位置に設置してください。 ビルの壁面、電柱などの反射光が入らないように、南以外の方向も視野が広がる位置に設置してください。
水平調整	日射計の水平誤差は測定誤差に直結します。付属する水準器を使用して水平に設置してください。水準器を使用する場合はカバーを外してください。
方向調整	北半球は南側、南半球は北側に設置してください。
高さ	全天日射量の場合は 2m 以上で設置することが推奨されます。逆さまに設置する場合は、地上面から 1.5m の高さが WMO により推奨されています。(良い空間的平均化を得るため)
ヒーター ※SR12 のみ	ゼロオフセットに留意してください。 ISO9060 で指定された最大範囲外であるため、正式な見地からはヒーターの使用は夜間のみに適用する必要があります。

4.2 電気配線

SR11/SR12 を動作させるためには、測定システム（通常データロガーと呼ばれます）に接続します。
SR11/SR12 は、電源を必要としない受動型センサーです。
ケーブルは一般的に、静電容量性の雑音を拾うことによって、信号ひずみの原因となります。 したがって、データロガーまたはアンプとセンサー間は、できる限り短くすることが推奨されます。 ケーブル延長に関しては、付録を参照してください。

表 4.2.1 SR11 ケーブル配線

ケーブル	ケーブル色	測定システム（ロガーなど）
センサー出力 +	白	電圧入力 +
センサー出力 -	緑	電圧入力- or グラウンド
シールド		アナロググラウンド

表 4.2.2 SR12 ケーブル配線

ケーブル色	信号
白	センサー出力 [+]
緑	センサー出力 [-]
赤	Pt100 [+]
桃	Pt100 [+]
青	Pt100 [-]
灰	Pt100 [-]
茶	ヒーター
黄	ヒーター
黒	グラウンド

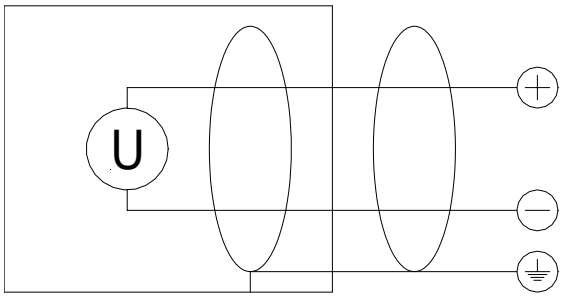


図 4.2.1 SR11 電気配線図

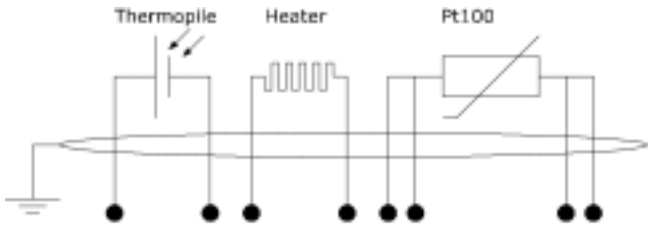


図 4.2.2 SR12 電気配線図

表 4.2.2　SR11/SR12 本体内部のコネクタブロックにおける標準的な内部接続

センサー	プリント基板	ケーブル色
プラス(＋)	＋	白
マイナス(－)	－	緑
シールド	SH	シールド
	TR	未接続

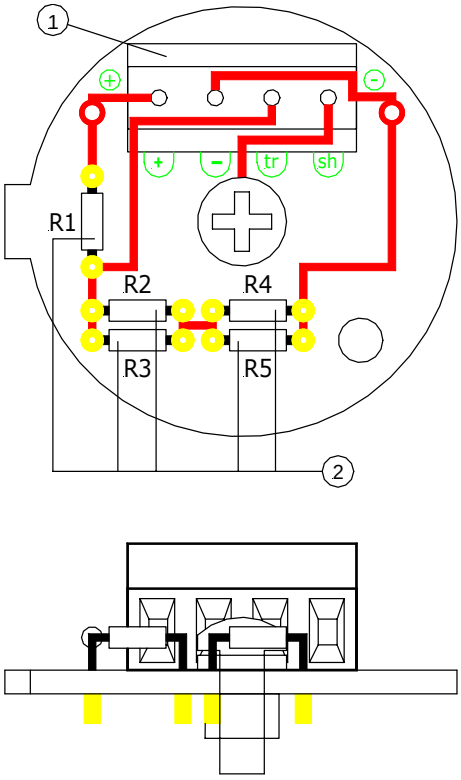


図 4.2.2　SR11/SR12 内部のプリント基板
標準の構成では、＋、－と SH はコネクタブロック①を通して ケーブルに接続されます。 通常、トリミングのためのシャント 抵抗②は使用されません。

4.3 トリミングオプション

シャント抵抗オプションが注文された場合、SR11 **のみ感度調整が可能です。**(SR12 **は不可**)

重要事項:シャント出力を使用するには、内部のコネクタブロックにおける配線接続を変える必要があります。

表 4.3.1 **トリミング後:**SR11 **のコネクタブロックにおける内部接続**

センサー	プリント基板	カラーコード
プラス(＋)	＋	未接続
マイナス(－)	－	緑
シールド	SH	シールド
	TR	白

シャント抵抗のない感度 E **は、シャント抵抗を付けることにより感度** Enew **に変わることになります。 この過程はトリミングと呼ばれます。**

SR11 **センサー抵抗** Re sen **を測定してください。 コネクタブロックの＋と－の間を測定するとこの抵抗値を測定することができます。測定は両極性で行い平均を取ってください。(オーム計がセンサー出力信号でばらつくため)**

感度 Enew **にトリミングするためのシャント抵抗値** Re sh **は、下記により求めてください。**

$$Re\ sh = Re\ sen\ (Enew) /(E - Enew) \qquad 4.3.1$$

Re sh **を作るために、**R2 **から** R5 **のすべての接続ポイントを使用できます。**
通常 R1 **はジャンパーされています。**
R4 **と** R5 **を使用しない場合は、ジャンプしてください**
配線を半田付け後、表 4.3.1 **を使用することにより再接続することができます。**

抵抗の取り付けが正しかったか確認してください。抵抗は＋と－の配線間でチェックできます。

その値は、

$$Re\ sen\ new = 1/((1/ Re\ sen)+(1/ Re\ sh)) \qquad 4.3.2$$

最終的に再校正を実施してください。

4.4 放射スクリーンの取り付け・取り外し

放射スクリーンは六角レンチを使うことにより、取り付け／取り外しができます（サイズ 2.5mm）。下記の図を参照してください。 放射スクリーンは、測定精度および計器とケーブルの寿命のために有益です。また、雨や雪よけとして役立ちます。 しかし、放射スクリーンが無い場合でも、仕様の範囲で計器は動作します。

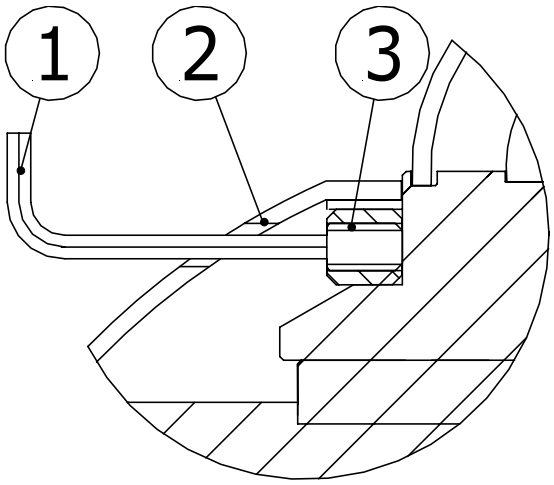


図 4.4.1 放射スクリーンの取付および取外し
① 六角レンチ、 ② 放射スクリーン、 ③ 六角ネジ。

5 寸法

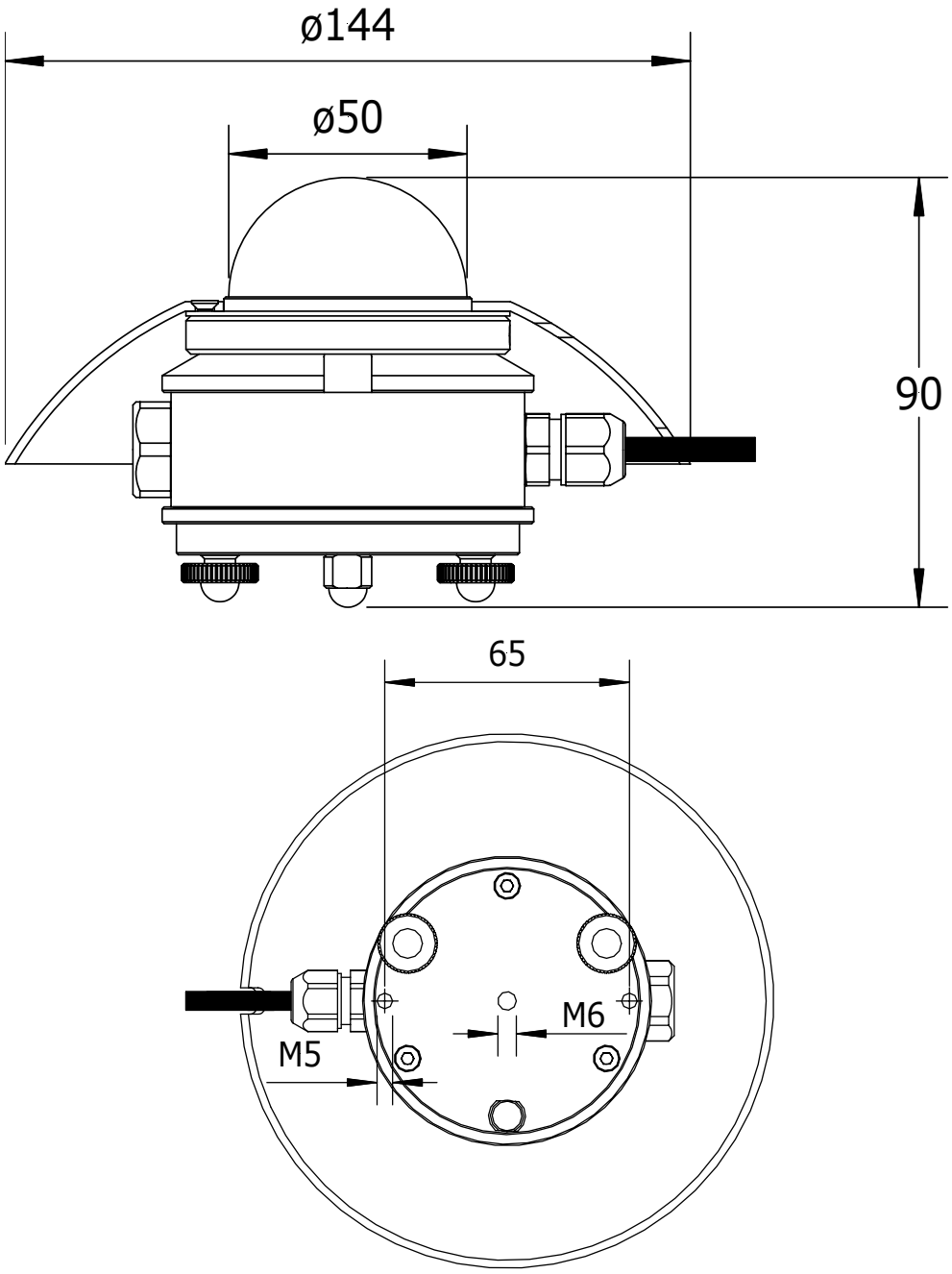


図 5.1 SR11/SR12 **寸法** (**mm**)

6 メンテナンスとトラブルシューティング

6.1 メンテナンス

一度設置された SR11/SR12 は、基本的にはメンテナンスフリーです。ただし、乾燥剤の交換は定期的に行います。
通常、故障の症状は、異常に大きいまたは小さい測定値に現れます。
一般的には、日頃の測定データのチェック(精査)が最も良いメンテナンス方法であるといえます。

一定の間隔を置いてケーブルの品質をチェックしてください。

2 年毎に、屋内の施設で校正を行ってください(購入業者にご相談ください)。

表 6.1.1 SR11/SR12 推奨メンテナンス

データ精査
蒸留水またはアルコールによるドームの洗浄
ドーム内部の点検: 結露がないこと
乾燥剤の点検: 湿度指示が 50%以上の場合は交換してください。 再使用するには、3 時間以上乾燥させる必要があります。スパナサイズは 20mm、さらに放射スクリーンを取り外すために 2.5mm の六角レンチが必要です。
水平の検査 (放射スクリーンの取り外しが必要です)
ケーブルの接続点検
再校正: 通常 2 年毎に野外でより高い準器との相互比較により行います

6.2 トラブルシューティング

センサーが正常に機能しない場合、以下をご確認ください。

表 6.2.1 SR11/SR12 トラブルシューティング

センサー信号が出力されない	センサーワイヤのインピーダンス(抵抗)を測定してください。 正常であれば、約 100Ω+ケーブル抵抗分になります(通常 0.1Ω/m)。 抵抗がゼロに近ければ、短絡しています（配線をチェックしてください)。 抵抗が無限大であれば、接触不良です(コネクターの接続、断線をチェックしてください)。 この場合センサー不良もあります。センサーが太陽やランプなどの熱源に反応するかどうかチェックしてください。 10cm の距離に取り付けられた 100W ランプには明確に反応するはずです。 データロガー、計測装置に対して、キャリブレーターにより mV 電圧を与えて正しく計測するかをチェックしてください。
センサー信号が異常に高いまたは低い	正しい校正係数が校正式に入れられているかチェックしてください。 各センサーにはそれ自身の個々の校正係数があります。 電圧の読取値が校正係数で割られているかチェックしてください。 ロガーへのケーブル状態をチェックしてください。 ケーブル断線がないかチェックしてください。 センサーの出力範囲が、データロガーの測定レンジ範囲内かをチェックしてください。 データロガー、計測装置に対して、キャリブレーターにより mV 電圧を与えて正しく計測するかをチェックしてください。
センサー信号がいちじるしく変動する	電磁放射の強い発信源がないかチェックしてください。(レーダー、ラジオなど) センサー、ケーブルのシールドの状態をチェックしてください。 センサーケーブルの状態をチェックしてください。

6.3 データ品質確保

SR11/SR12 全天日射計の品質確保は、以下により行います。

・絶対信号のトレンド分析
・夜間の信号

基本的には、どのような非現実的な値にでも注意するべきです。

データスクリーニングを自動的に行うプログラムがあります。
http://www.dqms.comを参照してください。

7 データ取得/増幅のための要件

表 7.1 データ取得/増幅のための要件

mV 信号を測定する能力	推奨: 5 mV 精度 必要最小限: 20 mV 精度 (収集、増幅機器とも、使用温度範囲において)
データロガーまたはソフトウェアの能力	データ保存および、日射量を計算するための演算ができること。
温度測定 ※SR12 のみ	Pt100 またはオプションのサーミスタ 10kΩ です。 一般的に精度が高い必要はなく± 1 度で十分です。
ヒーターon/off 機能 ※SR12 のみ	ヒーターはいつでも使用可能だが、夜間のみのご使用を推奨します。

8 付録

8.1 付録 ケーブル延長/交換

SR11/SR12 は 1 本のケーブルで供給されます。 データロガーまたはアンプとセンサー間は、できるだけ短く保つことが推奨されています。 ケーブルは一般的に、静電容量性の雑音を拾うことによって、信号ひずみの原因となりますが、SR11/SR12 はケーブルを 100m まで延長することができます。 延長した場合、センサー信号は小さくなりますが、センサーインピーダンスが非常に低いので、大幅に低下することはないでしょう。
ケーブルと接続仕様について以下に示します。
注意:SR11/SR12 内部には新しいケーブルを接続するためのコネクターがあります。ケーブルを延長するよりは、新しく長いケーブルを接続する方が容易です。

表 8.1.1 SR11/SR12 ケーブル延長の仕様

ケーブル	2 線シールド銅線(Hukseflux では 3 線シールドケーブルを使用し、内 2 線を使用します。)
ケーブル抵抗	0.1 Ω/m 以下
外側の直径	(推奨) 5 mm
外被	(推奨) ポリウレタン(屋外用途にて良い安定性のため)
延長接続	オリジナルのセンサーケーブルに新しいケーブルの芯線とシールドをそれぞれ半田付けしてください。そして、収縮チューブ、ビニールテープ、ブチルテープを用いて防水してください。または、防水コネクターを使用してください。

8.2 付録 校正

WRR(世界放射基準)は、SI 国際単位系で表された放射の測定基準です。 WRR は太陽放射測定の世界的な均質性を確立するために導入され、1980 年以来使用されています。WRR は 15 台の校正された絶対放射計から選ばれた一つのグループによって測定された値の加重平均から定義づけされます。
この推定精度はおよそ 0.3%です。 WMO(世界気象機関)は、1979 年に上記基準での使用を義務づけました。

放射測定の世界的な均質性はスイスのダボスにある世界放射センターによって保証されます。世界放射センターは、WRR を実現する WSG(世界標準グループ)を維持しています。
http://www.pmodwrc.ch/

Hukseflux の標準器は野外の WRR 基準に則って校正しています。Hukseflux の校正条件にあわせるため、次の校正値を若干修正しています。
天頂の太陽高度と 500W/m^2 日射量に対する補正。 (野外校正では、太陽は通常 20-40 度の天頂角、全日射量は 700W/m^2)

全天日射計の再校正は通常野外でリファレンス用全天日射計との比較により行われます。適用規格は ISO 9847、"国際規格の太陽エネルギーリファレンス用全天日射計との比較による野外全天日射計の校正" です。
Hukseflux では、同じ規格に従った屋内の校正が使用されています。(ISO9060 規格の Appendix A で、説明されています)。

Hukseflux が推奨する再校正方法は、なるべく屋内の標準的な放射条件の下で、同じ種類の基準計器と比較することです。

フィールド比較の場合、ISO はより高いクラスとの野外校正を推奨しています。実際には条件により誤差が生じるので、Hukseflux はこの方法には同意しません。 セカンドクラスの全天日射計では特に、遠赤外線オフセットが誤差原因のほとんどです。 しかし、この誤差は太陽高度と青空の量によって大きく変化します。
したがって、同じブランド・タイプの全天日射計と比較することがより確実です。

また ISO は、数日間の野外校正を行うよう推奨しています。 (雲のない状態で 2〜3 日間、曇天条件で 10 日間。) 一般的に、これは達成可能ではありません。

野外での相互比較を行うため、Hukseflux の主な推奨方法を以下に示します。

同じブランドとタイプの全天日射計と比較します。電子機器の誤差(またはオフセット）を除去するため、両方とも同じ電子機器に接続します。
センサーを同じ温度条件にするため、同じプラットホームに取り付けます。
電子機器が独自に校正されると仮定されるのは以下です。

1. 可能な限り直達入射の放射量を見るようにします(可能であれば、全天日射計を傾けます)
2. 高度 20 度以下で計測した 1 時間または１日の合計をすべて無視して比較するのは不可能かもしれません。
3. 10 分の平均値を取って、日射なしでゼロであると仮定された 2 つの信号間の相関関係を使用して相対的な校正値を決定してください。

一般的にセカンドクラスの全天日射計は、±10%以上の変動値は修正されるべきです。それ以下の変動値は許容範囲と解釈されます。 ファーストクラスの全天日射計では、リミットは±5%に設定されています。 それ以下は許容範囲と解釈されます。
準器(Secondary Standard)の全天日射計では、リミットは±2%に設定されています。

8.3 付録 方向の応答特性評価（SR12）

測定手順

SR12 は、電子制御回転ステージに垂直に取り付けられます。 SR12 は、650W ハロゲンランプで照らされており、ランプ強度は常に監視されています。
SR12 は、80、70、60、40、0°の天頂角で測定されます。各天頂角で、4 方位角についての出力が測定されます。各天頂角での最初の測定では、応答速度の補正に使用され、日射計の応答時間の補正を可能にするために繰り返されます。暗い場所での測定は自動シャッターを使用し、それぞれの天頂角の前後にダーク撮影とします。セットアップの整合性を検証するために、天頂角が-60°で SR12 のチェックが行われます。

計算方法

温度オフセットは、直線化し、生の信号から減算されます。得られた信号は、ランプの強度で正規化し、10τ 応答に関連付けされます。理想的なコサイン応答からの偏差は各データ点に対して計算され、1000 W/㎡の垂直入射照度での絶対誤差に関連付けされます。理想的なコサイン応答からの偏差は次式を使用して計算されます。

$$\left(\frac{U(\alpha)}{U(0)\cos\alpha}-1\right)\cdot 100\%$$

方向応答エラー

$$\left(\frac{U(\alpha)}{U(0)\cos\alpha}-1\right)\cdot 1000\ \left[\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}\right]\cdot\cos\alpha$$

$U(\alpha)$ は天頂角 α で補正された SR12 応答です。

+60°と-60°の間で方向の応答誤差が±1 W/㎡を超える場合、測定値は破棄され、システムが再調整されます。

結果

結果は ISO standard(※1) に対して確認され、方向応答証明に報告されます。

(※1) ISO9060 では、ファーストクラスの日射計の方向応答誤差の上限を±20 W/㎡に指定しています。

8.4 付録 センサーコーティング

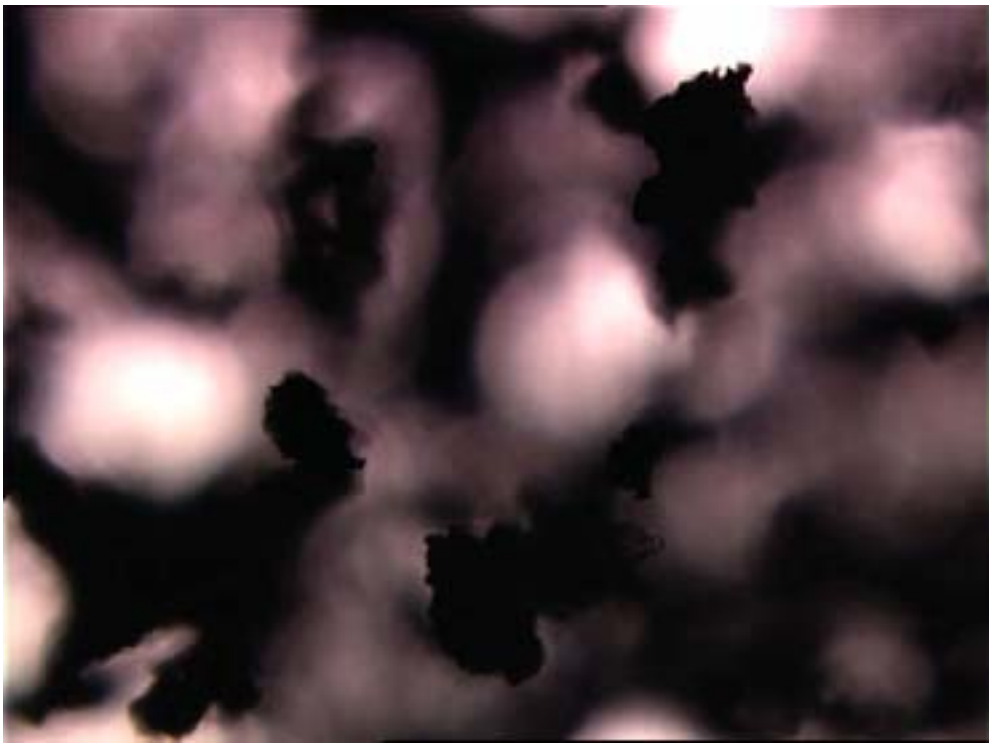
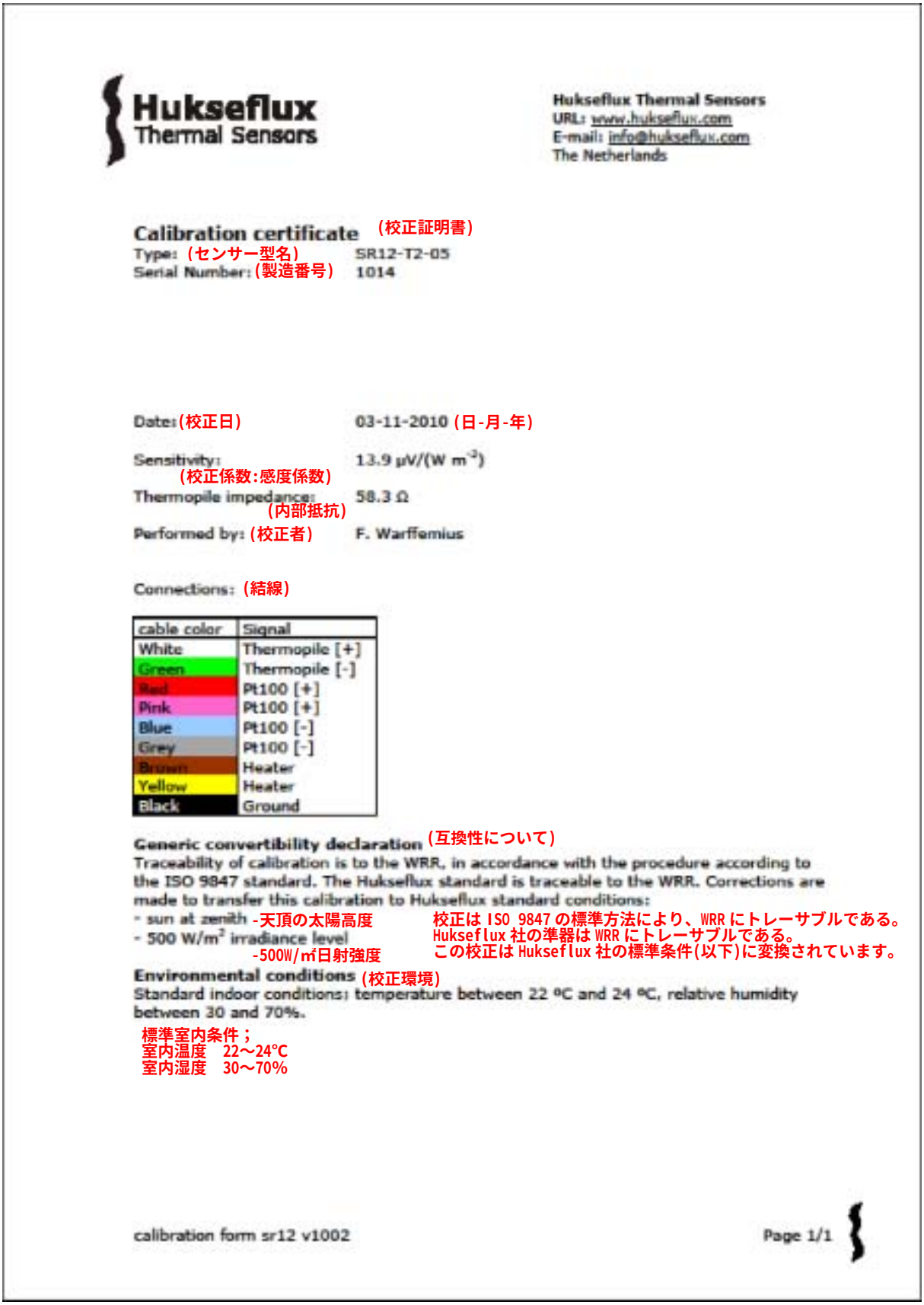


図 8.4.1 **共焦点レーザー顕微鏡によるコーティングされた** Hukseflux **受光部センサー表面です。炭素ベースのコーティングは非常に高い多孔性で、各部がライトトラップとして作用します。 結果的には非常に高い光の吸収性を持つコーティングです。 カーボン粒子の両端に焦点を合わせると、ピンぼけな状態で下位層のアウトラインを見ることができます。**

8.5 付録 校正証明書



Hukseflux
Thermal Sensors

Hukseflux Thermal Sensors
URL: www.hukseflux.com
E-mail: info@hukseflux.com
The Netherlands

Calibration certificate (校正証明書)

Type: (センサー型名) SR12-T2-05
Serial Number: (製造番号) 1014

Date: (校正日) 03-11-2010 (日-月-年)

Sensitivity: 13.9 μV/(W m^{-2})
(校正係数:感度係数)

Thermopile impedance: 58.3 Ω
(内部抵抗)

Performed by: (校正者) F. Warffemius

Connections: (結線)

cable color	Signal
White	Thermopile [+]
Green	Thermopile [-]
Red	Pt100 [+]
Pink	Pt100 [+]
Blue	Pt100 [-]
Grey	Pt100 [-]
Brown	Heater
Yellow	Heater
Black	Ground

Generic convertibility declaration (互換性について)
Traceability of calibration is to the WRR, in accordance with the procedure according to the ISO 9847 standard. The Hukseflux standard is traceable to the WRR. Corrections are made to transfer this calibration to Hukseflux standard conditions:
- sun at zenith -天頂の太陽高度
- 500 W/m^2 irradiance level
-500W/㎡日射強度

校正は ISO 9847 の標準方法により、WRR にトレーサブルである。
Hukseflux 社の準器は WRR にトレーサブルである。
この校正は Hukseflux 社の標準条件(以下)に変換されています。

Environmental conditions (校正環境)
Standard indoor conditions: temperature between 22 ºC and 24 ºC, relative humidity between 30 and 70%.

標準室内条件；
室内温度 22～24℃
室内湿度 30～70%

calibration form sr12 v1002 Page 1/1

図8.5.1 SR12校正証明書の例

8.6 付録 方向応答校正書

Hukseflux Thermal Sensors

Hukseflux Thermal Sensors
URL: www.hukseflux.com
E-mail: info@hukseflux.com
The Netherlands

Directional response certificate (方向応答校正書)

Type: (センサー型名) SR12-T2-05
Serial Number: (製造番号) 1014

Date: (校正日) 06-12-2010 (日-月-年)

Performed by: (校正者) F. Wahle

Pyranometer category: (日射計のカテゴリー) First class for purposes of solar energy test applications (according to ISO 9060, paragraph 4.3.2)
第一級(ISO 9060.4.3.2 節準拠)

Definition (定義)

Directional response is the dependence on sensitivity resulting from the direction of irradiance (a measure of the deviations from an ideal cosine response and its azimuthal variation). The directional response error is the error caused by assuming that the reported sensitivity is valid when measuring from any direction a beam whose normal incidence is 1000 W/m^2.

ISO 9060 specifies a limit on the directional response error for a first class pyranometer of ± 20 W/m^2.

方位応答とは理想的な照射に対する各天頂角、方位角の感度特性です。
(理想的コサイン応答からの偏差)
方向応答エラーは 1000W/㎡の照射に対するエラーに換算されています。

Results (結果)

Table 1. Directional response error [W/m²], deviation from an ideal cosine response [%]
表 1. 方向応答エラー[W/㎡]、理想的なコサイン応答からの偏差[%]

Azimuth (方位) / Zenith (天頂角)	North		East		South		West	
	[W/m²]	[%]	[W/m²]	[%]	[W/m²]	[%]	[W/m²]	[%]
40°	-5.7	-0.7	0.4	0.1	4.5	0.6	1.2	0.2
60°	3.3	0.7	8.7	1.7	10.6	2.1	9.3	1.9
70°	6.3	1.9	10.0	2.9	10.7	3.1	11.1	3.2
80°	16.3	9.4	17.7	10.2	14.5	8.4	18.3	10.6

For a description of the measurement procedure, please refer to the appendix on directional response characterization in the product manual.

方向応答測定方法については
マニュアルをご覧ください。

Environmental conditions (校正環境)

Standard indoor conditions; temperature between 19 °C and 25 °C.

標準室内条件；
室内温度 19～25℃

directional response certificate sr12 v1001 Page 1/1

図8.6.1 SR12方向応答校正書の例

8.7 CE 適合申告

According to EC guidelines 89/336/EEC,

We: Hukseflux Thermal Sensors

Declare that the product: SR11/SR12

Is in conformity with the following standards:

Emissions:
Radiated: EN 55022: 1987 Class A
Conducted: EN 55022: 1987 Class B

Immunity:

ESD	IEC 801-2; 1984	8kV air discharge
RF	IEC 808-3; 1984	3V/m, 27-500 MHz
EFT	IEC 801-4; 1988	1kV mains, 500V other

Delft
May 2007

Hukseflux
Thermal Sensors